

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

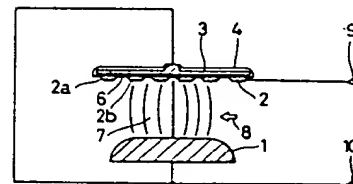
**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

(54) EXCIMER LASER DEVICE

(11) 3-3282 (A) (43) 9.1.1991 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-136637 (22) 30.5.1989
 (71) MITSUI ENG & SHIPBUILD CO LTD (72) KAZUHIRO ISOGAI
 (51) Int. Cl.⁵. H01S3/038

PURPOSE: To perform an oscillation in high efficiency by a strong ultraviolet ray corona preliminary ionization by employing high permittivity ceramics formed by a vapor method as a dielectric material.

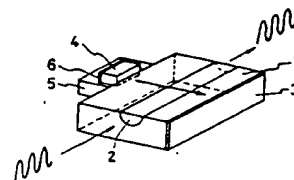
CONSTITUTION: High permittivity ceramics (SrTiO_3) are formed on the whole surface of an auxiliary electrode 3 by means of a vapor method. SrTiO_3 is deposited on the whole surface of the electrode 3 by sputtering with solid SrTiO_3 as a sputtering target. A second main discharge electrode 2 is so provided as to bring it into contact with the surface of the dielectric material 4 made of SrTiO_3 . The SrTiO_3 (330 of permittivity) has 100 times of permittivity as high as the dielectric material of quartz to perform a strong UV corona preliminary ionization, thereby achieving an oscillation in high efficiency. The high permittivity ceramics includes, for example, in addition to the SrTiO_3 , BaTiO_3 , and PbTiO_3 .

**(54) LIGHT AMPLIFIER**

(11) 3-3283 (A) (43) 9.1.1991 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-137065 (22) 30.5.1989
 (71) FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE (72) KAZUNORI NAKAMURA
 (51) Int. Cl.⁵. H01S3/06, G02F1/35, H01S3/094, H01S3/17

PURPOSE: To eliminate necessity of removing an exciting light remaining in an optical waveguide and to obtain a compact light amplifier formed as an element by irradiating the waveguide in which Er^{3+} ions are dissolved with the exciting light belonging to the light absorption band of the Er^{3+} ions from the side face of the waveguide.

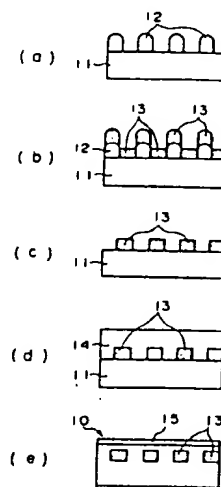
CONSTITUTION: An optical waveguide 2 is formed on a glass board 1 in which 3wt.% of more of Er^{3+} ions are dissolved. When an exciting light having $0.98\mu\text{m}$ of wavelength is incident from an exciting light source 4 to the waveguide 2, the Er^{3+} ions in the waveguide 2 are excited to an exciting level $^4I_{11/2}$. Thereafter, a light having $1.55\mu\text{m}$ of wavelength corresponding to transition energy between a base level $^4I_{5/2}$ and the exciting level $^4I_{11/2}$ is generated from the excited Er^{3+} ions. Accordingly, if a signal light having $1.55\mu\text{m}$ of wavelength is incident from one end of the waveguide 2 in this state, this signal light can be amplified. The exciting light radiated from the source 4 is resonated between a reflecting mirror 3 and a rear face reflecting mirror 6, thereby efficiently exciting the Er^{3+} ions in the waveguide 2.

**(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

(11) 3-3285 (A) (43) 9.1.1991 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-135800 (22) 31.5.1989
 (71) FUJITSU LTD (72) MANABU MATSUDA
 (51) Int. Cl.⁵. H01S3/18, G02B5/18

PURPOSE: To obtain a smooth surface, and to form a mask without damaging the surface of resist by so forming a phase diffraction grating as to bury a substance having a refractive index n_2 on a quartz board having refractive index n_1 .

CONSTITUTION: Diffraction grating patterns 12 of resist are formed at a pitch of $0.2-0.25\mu\text{m}$ on a quartz board 11 having a refractive index n_1 . Then, a substance having a refractive index n_2 such as titanium dioxide TiO_2 is deposited 1000\AA thick on the whole surface of the board 11. Thereafter, the TiO_2 film 13 on the resist 12 is removed by a lifting OFF method, and the film 13 between the resists 12 remains. Subsequently, an SiO_2 film 14 is deposited $1\mu\text{m}$ thick on the whole surface. Then, a nonreflecting film 15 is formed on the surfaces of the board 11 and the SiO_2 film to form a photomask 10. Thus, a transmission light-diffracted light self-interference type mask formed on both side smooth faces with Ar coatings is obtained.



⑫ 公開特許公報(A)

平3-3285

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)1月9日

H 01 S 3/18
G 02 B 5/187377-5F
7448-2H

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全9頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑯ 特 願 平1-135800

⑰ 出 願 平1(1989)5月31日

⑱ 発 明 者 松 田 学 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑲ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
⑳ 代 理 人 弁理士 久木元 彰 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 屈折率 n_1 の基板上に、屈折率 n_2 の層よりなる回折格子パターンと、該回折格子のパターンを埋め込んで平坦化する屈折率 n_1 の層とが設けられたフォトリソマスクを使用し、

該フォトリソマスクの平坦化された面を半導体基板上のフォトリソレジストに接触させた後、レーザ光を照射して、その透過光と一次透過回折光との干渉パターンを該フォトリソレジストに転写する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

(2) 屈折率 n_1 の基板上に、屈折率 n_2 の層よりなり、位相シフトを行なう領域に対応して形成されたマスクパターンと、該マスクパターンを埋め込んで平坦化する屈折率 n_1 の層が設けられたフォトリソマスクを使用し、

該フォトリソマスクの平坦化された面を半導体基板上のフォトリソレジストに接触させた後、2本のレーザ光を照射して、該2本のレーザ光による干渉パターン及び、該フォトリソマスクのマスクパターンによって位相がシフトした干渉パターンを該フォトリソレジストに転写する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔概要〕

回折格子形成方法、特に光通信に用いられている半導体レーザの製造において、単一波長発振の実現のために共振器内に回折格子を形成して波長選択性をもたせ半導体レーザを形成するにおいて、半導体化合物基板に回折格子を形成するためのマスクの製造方法に関し、

回折格子を形成する際に、回折格子を形成したフォトリソマスクにレーザ光を照射し、その透過光と一次透過回折光との干渉パターンを用いるのであるが、当該回折格子を形成すべき基板上的レジス

トと接する面が平滑な平面であってレジスト表面を傷つけることのないマスクを形成する方法を提供することを目的とし、

屈折率 n_1 の基板上に、屈折率 n_2 の層よりなる回折格子パターンと、該回折格子のパターンを埋め込んで平坦化する屈折率 n_1 の層とが設けられたフォトリソマスクを使用し、該フォトリソマスクの平坦化された面を半導体基板上のフォトリソレジストに接触させた後、レーザ光を照射して、その透過光と一次透過回折光との干渉パターンを該フォトリソレジストに転写する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法、および屈折率 n_1 の基板上に、屈折率 n_2 の層よりなり、位相シフトを行なう領域に対応して形成されたマスクパターンと、該マスクパターンを埋め込んで平坦化する屈折率 n_1 の層が設けられたフォトリソマスクを使用し、該フォトリソマスクの平坦化された面を半導体基板上のフォトリソレジストに接触させた後、2本のレーザ光を照射して、該2本のレーザ光による干渉パターン及び、該フォトリソマスクのマスクパターンによっ

を示す。

かゝるDFBレーザは、 n -InP基板51上に上記した結晶を順に成長するのであるが、 n -InP基板（以下、単に基板という。）51に回折格子を形成する必要があり、そのためには、第6図(a)に示されるように、基板51上にフォトリソレジスト62（以下単にレジストという。）を塗布し、そのレジスト62に干渉パターン64が転写されるようにHe-Cdレーザ63を照射し、それを現像して得られた第6図(b)に示される回折格子パターン65をマスクにして第6図(c)に示されるように基板51をエッチング（転写）して回折格子51aを形成するのである。本発明は、基板にかゝる回折格子を形成するに用いるマスクの形成方法に関するものである。

上記した回折格子パターンをフォトリソレジストに記録する方法としては、従来、

- (1) 二光束干渉露光法
- (2) 電子ビーム(EB)直接描画法
- (3) 透過光-回折光自己干渉法

の三つの方法が知られている。

て位相がシフトした干渉パターンを該フォトリソレジストに転写する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法を含み構成する。

〔産業上の利用分野〕

本発明は回折格子形成方法、特に光通信に用いられている半導体レーザの製造において、単一波長発振の実現のために共振器内に回折格子を形成して波長選択性をもたせた半導体レーザを形成するにおいて、半絶縁性化合物基板上に回折格子を形成するためのマスクの製造方法に関する。

〔従来の技術〕

第5図はDFB（分布帰還型、Distribution Feedback）レーザの構造を示す模式図で、図中、51は半絶縁性化合物基板である n -InP基板、52はInGaAsP導波路層、53はInGaAsP活性層、54は p -InGaAsPバッファ層、55は p -InP層、56は n -InP層、57は p -InP層、58はInGaAsPキャップ層、59は SiO_2 膜、60はCr/Au電極、61は垂鉛拡散領域

二光束干渉露光法は、第7図(a)を参照すると、基板51上に塗布したレジスト62に干渉パターン（干渉縞）64を転写するように例えばHe-Cdレーザ光63を照射する方法である。それには、同図(b)に示されるように、レーザ66から放射されるレーザ光をハーフミラー67、ミラー68a、68bを用いて干渉パターン64を作るのである。

EB直接描画法は、第8図を参照すると、基板51上に塗布されたレジスト62に電子ビーム71で直接回折格子を描画する方法である。

透過光-回折光自己干渉法は、第9図を参照すると、回折格子を刻んだ面をもつマスク41を用い、He-Cdレーザ光63をこのマスクに照射し、マスクの面の回折格子によって透過光42と一次透過回折光43を作り、それによって干渉パターン64を得るのである。

〔発明が解決しようとする課題〕

(1)の二光束干渉露光法は最も多く用いられている方法であるが、第7図(b)に示した光学系の調整

が難しく時間がかかる問題がある。

(2)のEB直接描画法は描画に時間がかかり、EB発生装置が高価なものであり生産向きでないためにほとんど実用に供されていない。

(3)の透過光一回折光自己干渉性は、第9図に示した回折格子を刻んだマスク41の面を基板51上のレジスト62と直接接合させて用いるために、位置合わせのときに回折格子の凹凸によってレジスト62の表面に傷がつくことがある。さらには、微細な凹凸の表面に無反射(AR)コートを実施することができないので、基板51の側からの反射光の影響を排除できない問題がある。

そこで本発明は、回折格子を形成する際に、回折格子を形成したフォトリソマスクにレーザ光を照射し、その透過光と一次透過回折光との干渉パターンを用いるのであるが、当該回折格子を形成すべき基板のレジストと接する面が平滑な平面であってレジスト表面を傷つけることのないマスクを

ーンによって位相がシフトした干渉パターンを該フォトリソマスクに転写する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法によって解決される。

(作用)

本発明の第一実施例では、屈折率 n_1 の石英基板上に屈折率 n_2 の物質を埋め込むようにして位相回折格子を形成し、平滑な表面を得るもので、この方法によると、基板のレジストに接する側のマスク表面が平滑に作られるので、基板表面のレジストを傷つけることがなく、また基板のレジストとマスクの密着性も良くなるものである。また本発明の第二実施例では、位相を部分的にシフトした回折格子を基板に形成するに用いるマスクは、回折格子を形成すべき基板のレジストと接する面が平滑な平面であり、しかも、 TiO_2 がマスク基板の SiO_2 とマスク基板上に堆積した SiO_2 の間に埋め込まれた構成であるので、位相を部分的にシフトした干渉パターンが得られるのである。

形成する方法を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

上記課題は、屈折率 n_1 の基板上に、屈折率 n_2 の層よりなる回折格子パターンと、該回折格子のパターンを埋め込んで平坦化する屈折率 n_1 の層とが設けられたフォトリソマスクを使用し、該フォトリソマスクの平坦化された面を半導体基板上のフォトリソレジストに接触させた後、レーザ光を照射して、その透過光と一次透過回折光との干渉パターンを該フォトリソレジストに転写する工程を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法、および屈折率 n_1 の基板上に、屈折率 n_2 の層よりなり、位相シフトを行なう領域に対応して形成されたマスクパターンと、該マスクパターンを埋め込んで平坦化する屈折率 n_1 の層が設けられたフォトリソマスクを使用し、該フォトリソマスクの平坦化された面を半導体基板上のフォトリソレジストに接触させた後、2本のレーザ光を照射して、該2本のレーザ光による干渉パターン及び、該フォトリソマスクのマスクパタ

(実施例)

以下、本発明を図示の実施例により具体的に説明する。

本発明の第一実施例は第1図に示される。

まず、同図(a)に示されるように、フォトリソマスク10を作るための屈折率 n_1 の石英基板11上にレジストの回折格子パターン12を、例えば $0.2 \sim 0.25 \mu m$ のピッチで形成する。

次に、同図(b)に示されるように、石英基板11の全面に屈折率 n_2 の物質、例えば二酸化チタン TiO_2 (屈折率 $2 \sim 2.5$)を、 1000 \AA の厚さに堆積する。

次いで、知られたリフトオフ法によって、レジスト12上の TiO_2 膜13を除去し、レジスト12の間の TiO_2 膜13を残す(同図(c))。

次に、同図(d)に示されるように、全面に SiO_2 14を $1 \mu m$ の厚さに堆積する。続いて、同図(e)に示されるように、石英基板11の表面と SiO_2 の表面に無反射膜(ARコート)15を形成してフォトリソマスク10を作る。

上記した方法によって、表面が平滑で、ARコートが両面に形成された透過光一回折光自己干渉型マスクが得られる。

ところで、半導体レーザの縦モードを単一化することは光通信における波長分散による波形歪の防止、雑音の低減や光応用計測等において極めて重要な課題である。しかし、ファブリペロ型共振器を有する半導体レーザにおいては、縦モード選択性が十分でなく、モードの安定性を保つことは困難である。

このような問題を解決するための一つの方法として、共振器に回折格子を内蔵したDFBレーザが開発された。しかし、従来、全体に一樣な構造のDFBレーザでは2つの縦モードが発振し得るという問題があった。このようなDFBレーザの2モード発振を抑えるための方法として、回折格子の中央付近に $\frac{1}{4}$ 波長相当の位相シフトを付加した回折格子を用いる方法や、レーザ端面に非対称な反射を与える方法等が考えられている。これらの方法のうち、位相シフト回折格子を用いた方法

では、回折格子により形成される共振器でブラッグ波長における発振が可能なが理論的に導かれている。位相シフトレーザDFBレーザは、まず、電子ビームを使い二次の回折格子を作製することによって動作が確認された。そこで、微細な回折格子が安定して作製できるレーザ光の干渉による露光を基本とし、これに位相シフトを付加する方法が望まれた。

現在知られている1つの方法は、ポジ、ネガの2種類のレジストを使い分けて、これらの各領域の位相を反転させることにより、 $\frac{1}{4}$ 波長相当分の位相シフトを生じさせるポジ・ネガ法と称される方法である。このポジ・ネガ法を模式的な第10図を参照して説明すると、基板51上にポジレジスト62aとネガレジスト62bとを併用し、He-Cdレーザ光を照射する。これらのレジストでは現像時に凹凸のパターンが反転し、 $\lambda/4$ シフトが実現される。

しかし、ポジ・ネガ法では、それぞれのレジストの感度が揃わないことと、別々にエッチングに

よる転写を行わなければならないことにより、形状、深さが完全に均一な回折格子が作られない問題がある。

一方、位相シフトと同等の効果を得るための手段として、回折格子の空間的な位相は変えずに、中央付近において光学的な距離を変化させることにより、実効的に位相シフトを生じさせる方法もある。

本出願人は、位相シフト回折格子をレーザ光の干渉により直接に露光、形成するための簡便な方法を開発した。そのために、露光時に位相シフトを付加するためのコンタクトマスクの概念を新たに導入した。即ち、回折格子を形成する基板の上に、領域によって相対的に異なる所定の位相ずれが付加されて露光用のレーザ光が基板に到達するような位相差発生用のコンタクトマスクを用いること、およびこの方法により、通常の均一な回折格子と同等の分解能を持つ良好な位相シフト回折格子を作製できるのではないかを研究した。まず、このマスクの作製に不可欠な、深いパターンを形

成するための技術を開発し、次に、この技術によりマスクを作製し、さらに、このマスクを用いてInP基板上に位相シフト回折格子パターンを露光した。

本出願人が開発したマスクの基本原理および機能について説明する。干渉露光法において回折格子の位相をずらす原理は以下の通りである。

干渉用の2つのレーザ光は振幅が等しいため、2光線が存在する空間では第11図に示すような周期的な干渉パターンができ、電界強度の強い部分が2光線のなす角の二等分線の方へ進行する。一方、これら2光線が透明物質に入射すると、その表面においてそれぞれスネルの法則に従って屈折する。その時、第12図のようにこれらの光線が透明物質に対して非対称に入射し、その入射角が異なる場合には、それらの光線は異なる屈折を受ける。従って、それら2光線のなす角の二等分線の方へ進行する光強度のピークは、物質表面においてその進行方向が変化する。しかもS偏光の電界が空気とガラスの境界において連続である

ことから、電界の集中している領域は空気とガラスの境界を連続的に通り、見かけ上屈折のように第11図の実線に沿って進むことになる。そこで、透明物質でできた平行平板に対して非対称にこの2光線を透過させると、その平板の厚さに比例して干渉パターンが横方向にシフトする。従って、第12図に示すように、領域によって厚さの異なる透明物質をコンタクトマスクとして用いると、基板上にできる干渉パターンはマスクの厚さが異なる場所において相対的な位相シフトを受ける。

次に、このシフト量を定量的に規定するため、以下に示す各パラメータを用いた。左右の光線のマスク表面への入射角を第13図のように θ_L, θ_R 、屈折角を θ_L', θ_R' 、光強度ピークの入射角、屈折角を θ_o, θ_o' とする。この時、

$$\theta_o = (\theta_L - \theta_R) / 2$$

$$\theta_o' = (\theta_L' - \theta_R') / 2$$

となる。また、 θ_L と θ_L' 、 θ_R と θ_R' の間にはスネルの法則が成り立っている。次に、これらの式に具体的なパラメータを代入し、設計を行な

(3) 次に、その上にフォトレジスト34を塗布し、裏面から露光し現象すると、セルフアラインによってAl膜のある領域だけフォトレジスト34が残る(同図(c))。

(4) この上に2層目のAl膜35を付け、前に形成したフォトレジストパターンを利用してリフトオフを行い、1層目のAl膜32のない領域だけ2層目のAl膜35を残す(同図(d))。

(5) 反応性イオンエッチング(CF₄+O₂)を用い、2層目のAl膜のない部分のSiO₂を1層目のAl膜の面までエッチングする。この時、Al膜によりその下の部分のSiO₂および石英基板は保護され、エッチングされない(同図(e))。

(6) ケミカルエッチングによりAl膜を除去する。以上のプロセスに従って、石英マスク36を作製した。このマスクの段差を触針測定で調べた結果、2.15 μ mであり、設計値2.14 μ mと極めてよく一致し

い、まず、マスクの材料としては、波長3250Åの紫外光を通す合成石英を用いた。

マスクの形状は第12図に示した通りであるが、実際にマスクを作製する場合には段差の両側をいずれも平面精度の高い光学面とし、しかも段差部を急峻に作る必要がある。しかし、このような条件を満たす厚い段差を作ることは、リフトオフやエッチング等の従来の方法では困難である。そこで、石英平板の上に石英の膜を領域選択的に厚さ2.14 μ m積層することを基本とし、第14図に示すような方法を開発した。次にその手順を図に沿って説明する。

(1) まず、両面が光学研磨された石英の平行平板31に、フォトレジストのリフトオフを用いてストライプ状の1層目のAl膜32を付ける。このストライプは幅300 μ m、間隔300 μ mの600 μ m周期とする(第14図(a))。

(2) その上にSiO₂膜33をスパッタにより2.14 μ m積層する(同図(b))。

た(同図(f))。

以上のプロセスに従って作製したマスクの段差を触針測定で調べたところ2.15 μ mであり、設計値に極めてよく一致した。上記した位相マスクは、石英の段差によって、図に Φ 、 $-\Phi$ 、 Φ で示すように空間的な位置シフトを得ている。第4図には第14図の石英マスク36の使用例が示される。基板51上のレジスト62に図示の干渉パターンを転写するのであるが、基板51と石英マスク36の位置合わせのとき、レジスト62と石英マスク36の段差が形成された面とは密着せしめられ、このときに、石英マスクの段差の角によってレジストに傷がつくことがあり、本発明の第二実施例は、この問題を解決する位相シフトマスクを形成する方法に関し、当該マスクに段差が生じないようにするものである。

かかる問題点を解決するための手段としては、屈折率 n_1 の石英基板上に屈折率 n_2 の物質を埋め込むように形成し、平滑な表面をもった回折格子パターンの位相シフトを得る。そしてこの方法

によれば、基板に接する側のマスク平面を平滑に形成するので、基板表面のレジストを傷つけることがないだけでなく、基板とマスクの密着性も改善されるのである。

第2図には本発明の第二実施例である位相シフトマスクの製造における当該マスクの要部が断面図で示される。先ず、同図(a)に示されるように、屈折率 n_1 の石英(SiO_2)基板21 (SiO_2 の屈折率は1.475)を用意する。後の工程で屈折率 n_2 の物質、例えば二酸化チタン(TiO_2 、屈折率2~2.5)を埋め込まない基板21の領域21aに、Al膜22を形成する。 TiO_2 を埋める基板21の領域21bは領域21aの間にある。かかる構造を得るには、石英基板全面にAlを1000Åの厚さに蒸着し、前記した TiO_2 を埋め込まない領域21aのAlを残すようにAl膜をパターンニングする。

次に、同様(b)に示されるように、全面に TiO_2 膜23を3μmの厚さに堆積すると、 TiO_2 を埋め込む領域21b上だけでなく、それを埋め込まない領域21a上のAl膜22上にも TiO_2 膜23が形成される。

マスク20を第4図の従来例と比較すると、従来例の石英マスク36に形成された段差部は中空であったものが、第二実施例では TiO_2 で埋め込まれた構造になっていて、段差がなくなり、マスクのレジストに接する面が平滑になっている。

第4図の従来例の300μmの幅の空隙部分が300μmの幅の TiO_2 膜23で埋められたこの第二実施例において、図にΦ、-Φ、Φで示すように従来例と同様に位相がシフトすることが確認された。なお、1個の半導体レーザを作るときには、図の1点鎖線に沿って1辺300μm□の半導体レーザを得る。

〔発明の効果〕

以上のように本発明によれば、表面が平滑で、無反射膜がマスク両面に形成された透過光一回折光自己干渉型マスクと、表面が平滑な位相シフト型回折格子マスクが得られ、これらのマスクは、基板上に形成されたフォトレジストと段差なしに接触するのでフォトレジストの表面を傷つけることがなくなり、基板に正確に回折格子を形成する

次に、同図(c)に示されるように、Al膜24を、第2図(a)のパターンとは逆になるように、2000Åの膜厚に蒸着によって形成する。

次いで、Al膜24をマスクに、ドライエッチングによって、 TiO_2 膜23をエッチングして同図(d)に示される段差を作る。この工程で、領域22b上のみ TiO_2 膜23aが残された構造が得られる。

次に、同図(e)に示されるように、Al膜22とAl膜24とを剥離し、 TiO_2 膜23の上にもAl膜25を1000Åの膜厚に蒸着によって形成する。

次に、 SiO_2 膜26を同図(f)に示されるように3μmの厚さに堆積すると、 TiO_2 膜23の上に SiO_2 膜26aが、また基板の上にも SiO_2 膜26bが形成される。続いて、同図(g)のAl膜25のパターンとは逆のパターンでAl膜27を2000Åの膜厚に蒸着法で形成する(同図(h))。

次いで、ドライエッチングで TiO_2 膜23の上の SiO_2 膜26aをエッチングし、基板上の SiO_2 膜26bは残す(同図(h))。続いてAl膜25とAl膜27を剥離して同図(i)に示すフォトマスク20を作る。この

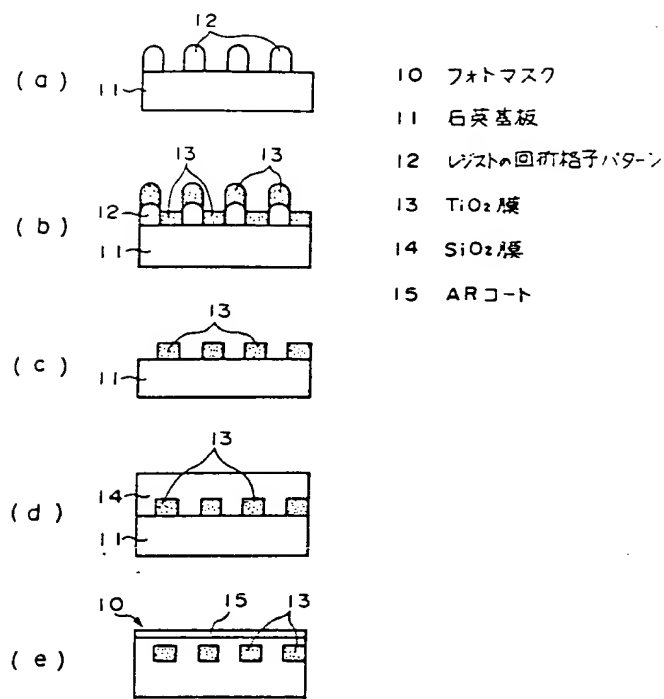
に有効である。

4. 図面の簡単な説明

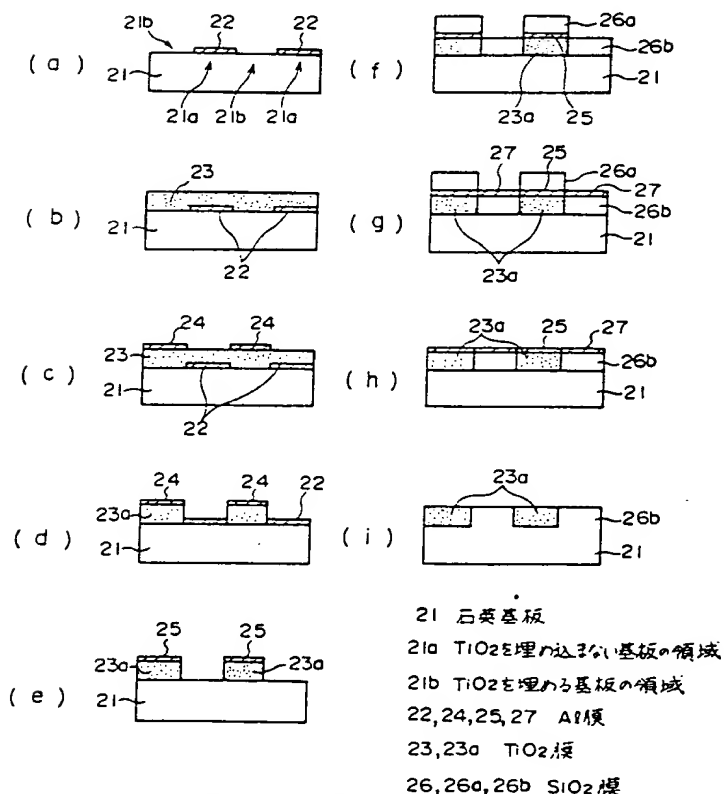
- 第1図は本発明第一実施例断面図、
 - 第2図は本発明第二実施例断面図、
 - 第3図は本発明第二実施例の使用を示す図、
 - 第4図は従来例の使用を示す図、
 - 第5図はλ/4シフトDFBレーザの構造を示す図、
 - 第6図は回折格子の形成方法を示す図、
 - 第7図は二光束干渉露光法を示す図、
 - 第8図はEB直接描画法を示す図、
 - 第9図は透過光一回折光自己干渉法を示す図、
 - 第10図はポジ・ネガ法の図、
 - 第11図は位相シフトの原理を示す図、
 - 第12図は位相マスクの構成図、
 - 第13図は角度の定義を示す図、
 - 第14図はマスク製造方法の断面図である。
- 図中、

10、20はフォトマスク、
11、21は石英基板、
12はレジストの回折格子パターン、
13、23、23a は TiO_2 膜、
14、26、26a、26b、33は SiO_2 膜、
15はARコート、
21a は TiO_2 を埋め込まない基板の領域、
21b は TiO_2 を埋める基板の領域、
22、24、25、27、32、35は Al 膜、
31は平行平板、
34、62はレジスト(フォトレジスト)、
36は石英マスク、
42は透過光、
43は一次透過回折光、
51は n-InP 基板、
64は干渉パターン
を示す。

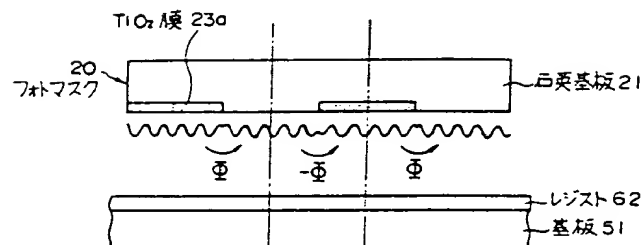
特許出願人 富士通株式会社
代理人弁理士 久木元彰
同 大菅義之



本發明第一實施例斷面圖
第 1 圖

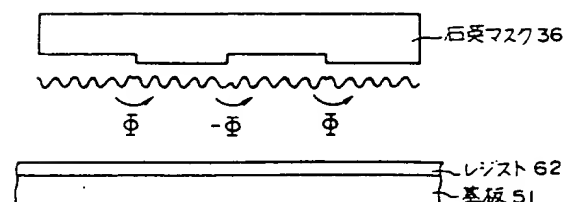


第 2 图



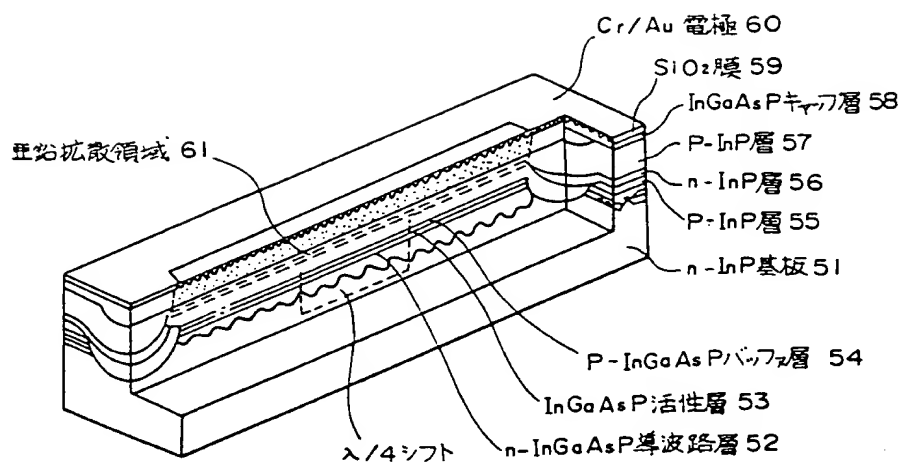
本発明第二実施例の使用を示す図

第 3 図



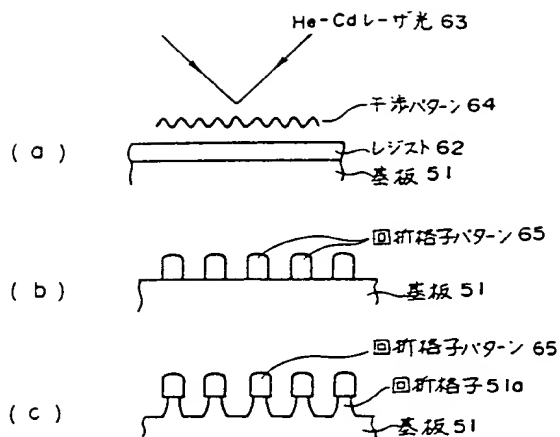
従来例の使用を示す図

第 4 図



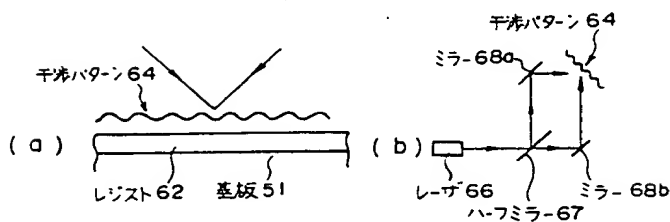
λ/4シフトDFBレーザの構造を示す図

第 5 図



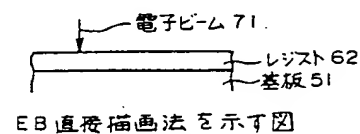
回折格子の形成方法を示す図

第 6 図



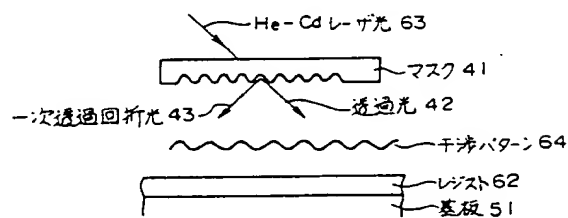
二光束干渉露光法を示す図

第 7 図



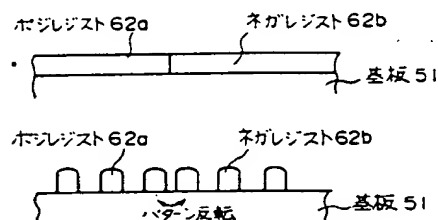
EB直接描画法を示す図

第 8 図



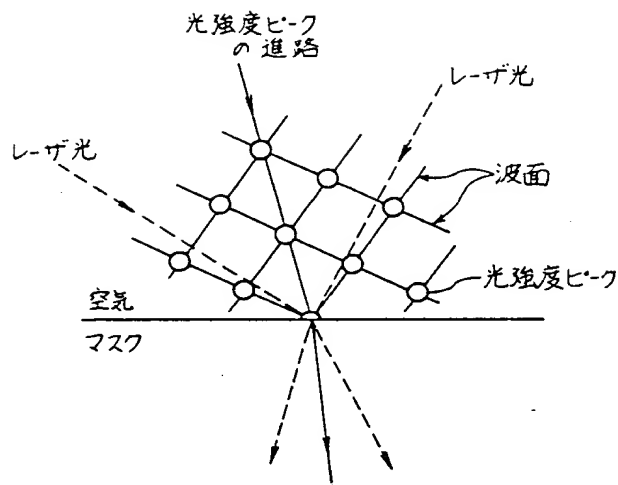
透過光-回折光自己干渉法を示す図

第 9 図

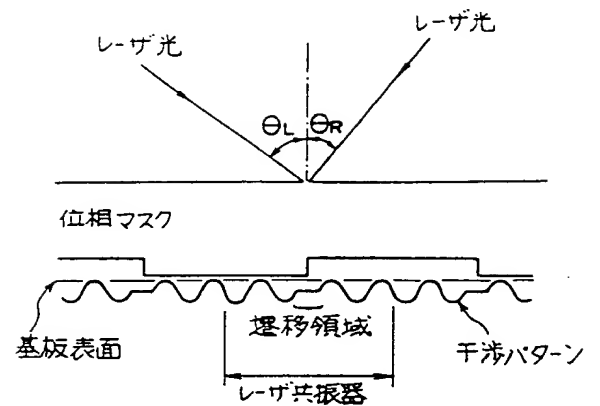


ポジ・ネガ法の図

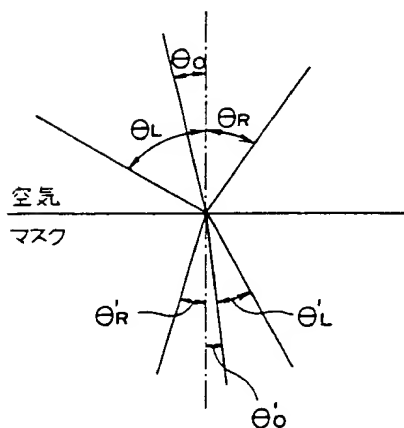
第 10 図



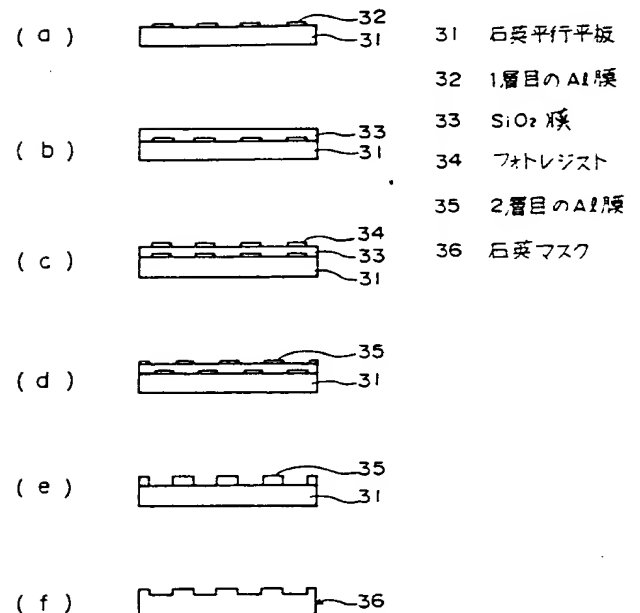
位相シフトの原理を示す図
第 11 図



位相マスクの構成図
第 12 図



角度の定義を示す図
第 13 図



マスク製造方法の断面図
第 14 図